

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)1月16日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	6/42		G 0 2 B 6/42	
	6/32		6/32	
H 0 1 L	31/02		H 0 1 L 31/12	H
	31/12		H 0 1 S 3/18	
H 0 1 S	3/18		H 0 1 L 31/02	B

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-164618

(22)出願日 平成8年(1996)6月25日

(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 松田 修
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 成井 啓修
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 松本 秀一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

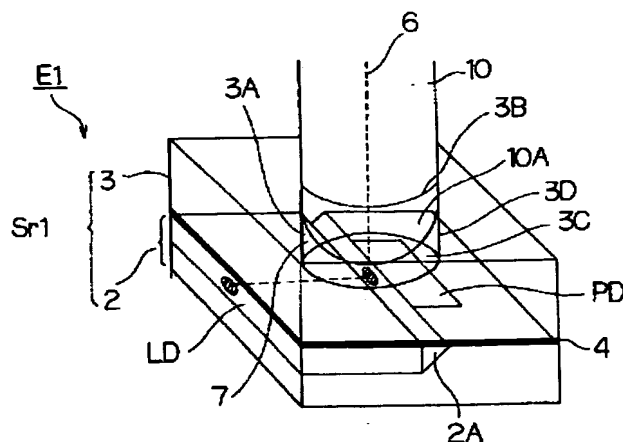
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受発光機構素子および光通信素子とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高転送レートで信頼性が高く、しかも大量生産に適して低価格化が可能な受発光機構素子および光通信素子と、その製造方法を提供する。

【解決手段】 受発光素子２と光透過性の支持・導波体３とを結合して構成し、受発光素子２がモノリシックに共焦点型のカプラーを形成し、光透過性の支持・導波体３が光ファイバー１０を支持する、中心軸を備える凹または凸状の支持部３Ａを備え、さらに受発光素子２の光軸６と、支持・導波体３の中心軸とを一致させて受発光素子２と支持・導波体３とが接合される。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 受発光素子と光透過性の支持・導波体とを結合して構成し、

前記受発光素子がモノリシックに共焦点型のカプラーを形成し、

前記光透過性の支持・導波体が光ファイバーを支持する、中心軸を備える凹または凸状の支持部を備え、さらに前記受発光素子の前記光軸と、前記支持・導波体の前記中心軸とを一致させて前記受発光素子と前記支持・導波体とが接合されたことを特徴とする受発光機構素子。

【請求項2】 アレイ状に並設された複数個の受発光素子とアレイ状に並設された複数個の光透過性の支持・導波体とを結合して構成し、

前記各受発光素子がモノリシックに共焦点型のカプラーを形成し、

前記各光透過性の支持・導波体が光ファイバーを支持する、中心軸を備える凹または凸状の支持部を備え、さらに前記各受発光素子の前記光軸と、前記各支持・導波体の前記中心軸とを一致させて前記アレイ状に並設された複数個の受発光素子と前記アレイ状に並設された複数個の支持・導波体とが接合されたことを特徴とする受発光機構素子。

【請求項3】 前記受発光素子は端面発光型で構成されたことを特徴とする請求項1または2記載の受発光機構素子。

【請求項4】 前記受発光素子は面発光型で構成されたことを特徴とする請求項1または2記載の受発光機構素子。

【請求項5】 前記受発光素子に電気接続用の回路機構が連設されたことを特徴とする請求項1、2、3または4記載の受発光機構素子。

【請求項6】 光軸を有する受発光素子が複数個、所定の間隔と方向で同一のウエハー上に作り込まれた半導体製造用のウエハーと、中心軸を有し、かつ凹または凸状の支持部を備える支持・導波体が複数組、前記の所定の間隔と方向で、前記とは別の同一のウエハー上に作り込まれた光透過性のウエハーとを、前記受発光素子の前記光軸と、前記支持・導波体の前記中心軸とを一致させて重ねて貼り合わせ接合し、接合したウエハーを切断して、前記1個の受発光素子と前記1個の支持・導波体とが接合された1個づつの受発光機構素子を製造することを特徴とする受発光機構素子の製造方法。

【請求項7】 光軸を有する受発光素子が複数個、所定の間隔と方向で同一のウエハー上に作り込まれた半導体製造用のウエハーと、中心軸を有し、かつ凹または凸状の支持部を備える支持・導波体が複数組、前記の所定の間隔と方向で、前記とは別の同一のウエハー上に作り込まれた光透過性のウエハーとを、前記受発光素子の前記光軸と、前記支持・導波体の前記中心軸とを一致させて

重ねて貼り合わせ接合し、接合したウエハーを切断して、前記隣接する数個の受発光素子と前記隣接する数個の支持・導波体とが接合されてアレイ状に形成された受発光機構素子を製造することを特徴とする受発光機構素子の製造方法。

【請求項8】 前記請求項1、2、3、4または5記載の受発光機構素子の前記支持部に光ファイバーが合体接合されて構成されたことを特徴とする光通信素子。

【請求項9】 前記請求項2、3、4または5記載のアレイ状の受発光機構素子の前記各支持部にアレイ状の光ファイバーが合体接合されて構成されたことを特徴とする光通信素子。

【請求項10】 前記光ファイバーの先端に先球が形成されたことを特徴とする請求項8または9記載の光通信素子。

【請求項11】 前記光ファイバーの先端位置に屈折率分布型レンズが配設されたことを特徴とする請求項8または9記載の光通信素子。

【請求項12】 前記請求項1、2、3、4または5記載の受発光機構素子あるいは前記請求項8、9、10または11記載の光通信素子が、直接または間接に接合された電気回路。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信素子とその製造方法に関し、とりわけ光通信素子の中間製品である、受発光素子と光ファイバーの支持が可能な導波体とで構成された受発光機構素子と、この受発光機構素子を用いて構成される光通信素子とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信は、受発光素子が光ファイバーを介して変調信号を授受するシステムであり、その基幹部品として光通信素子が用いられている。光通信素子は、光ファイバーを受発光素子に精密マウントしたり、または光リンク素子によりファイバーの両端に受発光素子をマウントして光信号を送受信するものであるが、特に加入者系の光通信化に向けては、高転送レートで信頼性が高く、低価格の光通信素子ならびにその構成部品が必須となる。

【0003】光ファイバーと発光素子、受光素子を組み合わせることで光通信を行うシステムでは、送受信を行うためにファイバー両側に接合される一対の発光受光素子を高精度加工し、さらに精密にアライメントする必要がある。例えばシリカ系シングルモードファイバーとレーザダイオードを結合する場合には、1 μ m程度の高精度マウント技術が必要であった。このため、従来技術においては、例えば結合光量をモニターしながら、高出力レーザ溶接などを用いた接合が行われてきた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記のような従来技術は高コストである上、低損失で高転送レートの光リンクを形成するに必ずしも好適な技術とはいえなかった。とりわけ光通信品質の安定化には、半導体光素子を封止するパッケージング技術が要求されるが、このようなパッケージング技術と高い光結合性能とはトレードオフの関係にあり、よって従来では、これらの両立を図ることがコスト的に困難であり、導入の障害となっていた。

【0005】また最近、ハイブリッド光素子で受発光を行う素子（例えばレーザカプラー）の光通信への応用が考えられているが、これによれば1本のファイバーで送受信が可能になるものの、ファイバーと素子の高精度の固定方法、ハイブリッド素子の実装、全体の封止構造等が複雑であり、全体としてコスト削減と高信頼性の実現が困難という不都合があった。

【0006】本発明は従来技術の前記のような課題や欠点を解決するためなされたもので、その目的は高転送レートで信頼性が高く、しかも大量生産に適して低価格化が可能な受発光機構素子および光通信素子と、その製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため本発明に係る受発光機構素子は、受発光素子と光透過性の支持・導波体とを結合して構成し、前記受発光素子がモノリシックに共焦点型のカプラーを形成し、前記光透過性の支持・導波体が光ファイバーを支持する、中心軸を備える凹または凸状の支持部を備え、さらに前記受発光素子の前記光軸と、前記支持・導波体の前記中心軸とを一致させて前記受発光素子と前記支持・導波体とが接合されたことを特徴とする。

【0008】前記の構成により、精密な位置合わせ作業の必要がなく光ファイバー接続がなされ、低損失、高信頼性かつ低価格で、しかも単芯で送受信可能なデバイスが実現される。

【0009】また、本発明に係る受発光機構素子は、アレイ状に並設された複数の受発光素子とアレイ状に並設された複数の光透過性の支持・導波体とを結合して構成し、前記各受発光素子がモノリシックに共焦点型のカプラーを形成し、前記各光透過性の支持・導波体が光ファイバーを支持する、中心軸を備える凹または凸状の支持部を備え、さらに前記各受発光素子の前記光軸と、前記各支持・導波体の前記中心軸とを一致させて前記アレイ状に並設された複数の受発光素子と前記アレイ状に並設された複数の支持・導波体とが接合されたことを特徴とする。

【0010】前記の構成により、精密な位置合わせ作業の必要がなく光ファイバーアレイの接続がなされ、低損失、高信頼性でかつ高伝送レートの送受信可能なデバイスが実現される。

【0011】さらに、本発明に係る受発光機構素子に含まれる受発光素子が端面発光型あるいは面発光型で構成される場合は、同一基板上での受発光構成が容易となる。

【0012】さらに、本発明に係る受発光機構素子に含まれる受発光素子に電気接続用の回路機構が連設される場合は、この回路機構による電氣的接続が容易になされ、よって受発光機構素子を光ファイバー接続用の光コネクタとして使用可能になる。

【0013】本発明に係る受発光機構素子の製造方法は、光軸を有する受発光素子が複数個、所定の間隔と方向で同一のウエハー上に作り込まれた半導体製造用のウエハーと、中心軸を有し、かつ凹または凸状の支持部を備える支持・導波体が複数組、前記の所定の間隔と方向で、前記とは別の同一のウエハー上に作り込まれた光透過性のウエハーとを、前記受発光素子の前記光軸と、前記支持・導波体の前記中心軸とを一致させて重ねて貼り合わせ接合し、接合したウエハーを切断して、前記1個の受発光素子と前記1個の支持・導波体とが接合された1個ずつの受発光機構素子を製造することを特徴とする。

【0014】前記の構成により、ウエハーの段階で、複数の構成部分の個々の位置合わせと合体化が一挙に行われる。よって個々の部品の量産に適し、品質向上とコスト削減が可能になる。

【0015】また、本発明に係る受発光機構素子の製造方法は、光軸を有する受発光素子が複数個、所定の間隔と方向で同一のウエハー上に作り込まれた半導体製造用のウエハーと、中心軸を有し、かつ凹または凸状の支持部を備える支持・導波体が複数組、前記の所定の間隔と方向で、前記とは別の同一のウエハー上に作り込まれた光透過性のウエハーとを、前記受発光素子の前記光軸と、前記支持・導波体の前記中心軸とを一致させて重ねて貼り合わせ接合し、接合したウエハーを切断して、前記隣接する数個の受発光素子と前記隣接する数個の支持・導波体とが接合されてアレイ状に形成された受発光機構素子を製造することを特徴とする。

【0016】前記構成により、ウエハーの段階で、複数の構成部分の個々の位置合わせと合体化が一挙になされる。よってアレイ状部品の量産に適し、品質向上とコスト削減が可能になる。

【0017】さらに、本発明に係る光通信素子が、前記の受発光機構素子の支持部に光ファイバーが合体接合されて構成される場合は、電氣的なコネクタと見なすことができ、よって作業の簡素化と作業時間の短縮、作業コスト削減がなされ、併せて高品質の通信が可能となる。

【0018】また、本発明に係る光通信素子が、前記のアレイ状の受発光機構素子の各支持部にアレイ状の光ファイバーが合体接合されて構成される場合は、電氣的な

コネクターと見なすことができ、よって作業の簡素化と作業時間の短縮、作業コスト削減がなされ、併せて高品質で高転送レートの通信が可能となる。

【0019】さらに、本発明に係る光通信素子が、前記の光ファイバーの先端に先球が形成されて構成される場合は、レーザ光の効果的な集光がなされ、よって品質にバラツキの少ない高信頼性の光通信が実現される。

【0020】また、本発明に係る光通信素子が、前記の光ファイバーの先端位置に屈折率分布型レンズが配設される場合は、光ファイバーを切断するのみで屈折率分布型レンズと光結合がなされ、よってより簡便に接続作業がなされ、しかも高品質で高信頼性の光通信が実現される。

【0021】さらに、電気回路が前記の受発光機構素子あるいは前記の光通信素子を直接または間接に接合した構成である場合は、電気回路への光ファイバーの接続作業が容易になされるか、あるいは電気回路への光ファイバーの接続作業が不要になり、作業の簡素化とコスト低減、信頼性向上がなされる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第1の実施形態を説明する斜視図である。

【0023】同図に示されるように、本発明の第1の実施形態に係る光通信素子E1は、略直方体形状であり、図中で上方向に鉛直にシングルモード型の光ファイバー10（以下、シングルモードファイバーと記載）が取付けられている。

【0024】図中、光通信素子E1の下底部分である直方体状の2は受発光素子であり、この受発光素子2に接して上側に、接合部4を介して直方体状の光透過性の支持・導波体3が連設されている。これら受発光素子2と光透過性の支持・導波体3とを結合して、受発光機構素子Sr1が構成されている。

【0025】受発光素子2は、発光素子LDおよび受光素子PDが共焦点光軸を共有して基板上にモノリシックに形成され、かつ受光素子PDが光学系の共焦点、あるいは共焦点の焦点深度内で、かつ回折限界内に位置する共焦点レーザカプラー構成（CLC素子：Confocal Laser Coupler）を構成している。

【0026】すなわち、本実施形態では、発光素子LDと受光素子PDとをモノリシックに集積化し、傾斜角45°の反射面2Aと組み合わせて端面発光型のCLC素子（Confocal Laser Coupler）を形成している。この構成により、光軸6は受発光素子2の上面に対して鉛直方向となる。また、このようにモノリシック集積化によって、大量生産による低価格化が可能になる。

【0027】ところで、本実施形態では前記のように端

面発光型のCLC素子を形成しているが、本発明の構成は、このような端面発光型のCLC素子に限られず、例えば垂直キャビティ構成による面発光型のVCSEL（Vertical Cavity Surface Emission Laser）や、あるいはさらに簡単な構成の疑似面発光LDを適用することも可能である。しかも、本発明の構成は、受光素子が共焦点の焦点深度の範囲内に位置する構成の他にも、共焦点の焦点深度の範囲から最大30%まで前後に拡張した範囲内に受光素子が位置する構成であっても差し支えない。したがって、本発明では上記の可能な構成すべてをまとめて、＜共焦点型のカプラー＞と定義する。また、本明細書中に＜共焦点型のカプラー＞と記載している。

【0028】また、レーザ光の波長は、650～1500nmの範囲が好ましいが、本発明の構成では波長に制限はない。

【0029】光透過性の支持・導波体3は、受発光素子2と略同一の低面積の、透明あるいは半透明の光透過材からなる直方体で構成される。光透過材は、好ましくはガラス、サファイア、クォーツ、ポリマー等の透明素材であり、受発光素子2とハンダまたは接着材で接着封止される。

【0030】光透過性の支持・導波体3には、発光素子LDあるいは受光素子PDのピッチと同寸法の位置に円筒状の穴が中心軸を有して開けられ、これが支持部3Aを構成している。中心軸は受発光素子2の上面に鉛直方向であり、図1において、この中心軸は光軸6と一致して示されている。3Bはこの円筒穴状の支持部3Aの開口部、3Cはその底部、さらに3Dはその壁部である。

【0031】この光透過性の支持・導波体は、受発光素子に高精度にマウントされ、受発光素子の授受するレーザ光の導波路として作用すると共に、さらに光ファイバーを正しい位置に支持する。光透過性の支持・導波体3は、ガラスモールドなどでウエハースケールに大量に製造することができる。

【0032】受発光機構素子Sr1は、受発光素子2の光軸6と光透過性の支持・導波体3の支持部3Aの中心軸とを一致させて、接合体として形成される。図1に示される受発光機構素子Sr1では、受発光素子2と光透過性の支持・導波体3とはハンダ付けによる接合部4で接合されており、よって発光素子LD、受光素子PDはハンダ材により封止された構造となっている。

【0033】そして、前記の受発光機構素子Sr1の支持部3Aに、シングルモードファイバー10が嵌挿され、接着剤7で合体されて、光通信素子E1が構成される。

【0034】図2は、前記図1に示された受発光機構素子Sr1を、回路基板に取付けた状態を示す断面図である。図2で、受発光機構素子Sr1の受発光素子2には、受発光素子2の基板を貫通した穴構造であるヴィア

ホール (Via-hole) VHが形成されている。

【0035】ヴィアホールVHの形成は、例えば炭酸ガスレーザーで約 $150\mu\text{m}$ 径の穴をあけ、銅粉とエポキシ樹脂、硬化剤からなる導電性ペーストを充填して形成させる。このようにして構成されたヴィアホールVHの接続抵抗は $1\text{m}\Omega$ 以下となる。

【0036】ヴィアホールVHの上端は発光素子LD、受光素子PD、あるいは接地線に接続され、下端は受光素子2の底面に露出して設けられた電極EDに接続されている。受光素子2の裏面に引き出された電極EDには、部分ハンダ付けが施され、このハンダ部分を利用して、回路基板50への直接マウントがなされる。

【0037】すなわち電極EDを、回路基板50の接続部50Aに直接、半田付け等で接続することにより、電気的に接続されている。かつ、これにより受光光機構造素子Sr1が機械的にも回路基板50に固定されることになる。

【0038】前記のように、受光光機構造素子Sr1は、その用途の一つとして、支持部3Aにシングルモードファイバー10が嵌挿されない状態で回路基板50に固定され、後のシングルモードファイバー10の接続のための光コネクタとして作用する。

【0039】逆に、回路基板50を電気回路として、電気回路側からみると、受光光機構造素子Sr1の直接接合によって、電気回路への光ファイバー接続が極めて容易になり、作業の簡素化とコスト低減を実現できると同時に、高信頼性の通信が可能になる。

【0040】さらに他の用途として、回路基板等に固定されない単独部品の状態で支持部3Aにシングルモードファイバー10を嵌挿接続し、ファイバー付きの光通信素子E1を構成させる。このようなファイバー付きの光通信素子E1は、光伝送部分がブラックボックス化されており、よってこれを電気コネクタと見なして容易に使用することが可能になる。

【0041】逆に、ファイバー付きの光通信素子E1を回路基板50に直接装着し、回路基板50を電気回路として、電気回路側からみると、ファイバー付きの光通信素子E1の直接接合によって、電気回路への光ファイバー接続作業が一切不要になり、作業の大幅な簡素化とコスト低減を実現できると同時に、高信頼性の通信が可能になる。

【0042】図3は、本発明に係る第2の実施形態の光通信素子E2の断面図である。図中、光透過性の支持・導波体13は、凹状の支持部13Aを備えて、シングルモードファイバー10を嵌挿させ、接着材7によりシングルモードファイバー10を支持・導波体13に接続固定する。また支持部13Aは、ベレタイズをダイサーで行う際に2段階カットされて、2段階の構造となっている。また、前記構成における同一の部分には前記と同一符号を付けて、説明は省略される。

【0043】シングルモードファイバー10には、芯部がコア10Bであり、先端に半球形の先球10A付きのガラスファイバーが用いられている。先球10Aは、レーザー光を集光してファイバーに高効率の結合がなされるよう、距離と中心を合わせるものであり、例えばUV硬化型の樹脂により接着固定される。この接着剤は反射損失を低減させるよう、ガラスと屈折率のマッチングがなされている。

【0044】シングルモードファイバー10の逆サイドにある素子からの発光は、先球10Aにより集光されるが、ここで集光限界は、回折限界のビーム径となる。たとえばNAが0.14、波長 $0.9\mu\text{m}$ であれば、回折限界のビーム17の径は $7.4\mu\text{m}$ 程度となる。従って、受光素子2を前記で定義した、共焦点型のカプラー構成とすると、このビーム径の範囲内にPDを形成することが可能となる。

【0045】このようにして形成された光通信素子E2は、前記のように光伝送部分がブラックボックス化されているから、よってこれを電気コネクタと見なして基板等に容易に装着使用できる。

【0046】つぎに本発明に係る受光光機構造素子の製造方法を説明する。図4は、本発明に係る受光光機構造素子の製造工程であるウエハー貼り合わせを示す斜視図である。また図5は、前記工程におけるウエハー位置合わせの説明図である。さらに図6は、貼り合わされたウエハーの斜視図である。

【0047】図4で、21は光軸を有する受光素子Lpが複数個、所定の間隔と方向で同一のウエハー上に作り込まれた半導体製造用のウエハーである。受光素子Lpとして例えばCLCやSELD等のデバイスがあり、半導体製造用のウエハーとしてGaAs基板等が適用される。図5に示す断面図に基づいてこの構成を説明すると、ウエハー21上に作り込まれた複数個の受光素子Lpは、 45° の傾斜角の反射面2Aをそれぞれ備え、これら各反射面2Aから光軸y1、y2、y3がそれぞれウエハー面から垂直方向に形成されている。そして、隣接する光軸、例えばy1とy2間の距離が、所定の間隔になるよう作り込まれている。

【0048】一方、20は中心軸を有し、かつ凹または凸状の支持部を備える支持・導波体が複数組、前記の受光素子Lpにおける同一の間隔と方向で、同一のウエハー上に作り込まれた光透過性のウエハーである。図5に基づいてこの構成を説明すると、ウエハー20上に作り込まれた複数組の支持・導波体Cdは、それぞれ光ファイバーを嵌挿させる凹状の支持部3Aを備え、これら支持部3Aはウエハー面から垂直方向に形成された中心軸x1、x2、x3を備えている。

【0049】ここで、隣接する中心軸、例えばx1とx2間の距離が、前記y1とy2間の距離に等しくなるよう、前記で作り込まれている。この関係は、他の中心軸

と光軸すべてについて成立している。

【0050】前記のように構成されているウエハー20と21とを、例えば受発光素子Lpの光軸y1～y3と、例えば支持・導波体Cdの中心軸x1～x3とを一致させるように、図5の矢印V方向に相対移動させ、重ねて貼り合わせ接合する。

【0051】ウエハー20と21との接合に用いる接着剤4(図6参照)は、Au/Sn系のハンダが信頼性の面で好ましいが、アクリル系やエポキシ系のUV接着剤、熱硬化型の接着剤の使用も可能である。

【0052】このようにして、図6に示されるような接合したウエハーが得られる。ここで必要に応じて、光透過性のウエハー20上に、ホログラムや反射膜等を形成させる。また裏面をラッピングののち、ヴィアホールや電極形成加工を施し、ついでこの接合したウエハーを、図7に示されるようにダイシング(切断)して、1個の受発光素子Lpと1個の支持・導波体Cdとが接合された1個ずつの受発光機構素子Srが製造される。

【0053】前記から明らかなように、本発明による受発光機構素子の製造方法によれば、各ウエハーの製造段階で複数個の構成部分の個々の位置と配列を作り込むことによって、2枚のウエハーを接合するのみで、すべての構成部分の位置合わせと合体化を一挙に行うことができる。よって個々の部品の量産に適し、品質向上とコスト削減が可能になる。

【0054】さらに、前記のダイシングで、数個分の受発光機構素子Srを接続したままアレイ状に切断することにより、アレイ状の受発光機構素子が製造される。

【0055】図8は、本発明に係る受発光機構素子の第2の実施形態による、回路基板への別の取付け状態を示す断面図である。同図に示されるように、本発明に係る光通信素子E2の受発光機構素子Sr2は、光軸6が回路基板50に平行になるよう90度倒して設置され、垂直方向に立った電極EDと、水平方向の回路基板50の接続部50Aとが、フレキシブル基板19を介して間接に、電気的接続されている。このように、フレキシブル基板を用いることでシングルモードファイバー10を水平方向にマウントすることが可能になる。またシングルモードファイバー10はファイバー支持台18により支持され、機械的強度等が改善される。

【0056】前記のような、フレキシブル基板を用いた構造は、回路基板との整合性も良く、また簡単に配置することができるため、EMI障害の発生のない配線として、基板内の配線に利用できる。

【0057】図9は、本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第3の実施形態の断面図である。同図に示されるように、本発明に係る受発光機構素子Sr3は、受発光素子2と支持・導波体31から構成され、支持・導波体31には深めの円筒状の支持部31Aが形成されている。

【0058】また、本発明に係る光通信素子E3は、受発光機構素子Sr3の支持部31A内に屈折率分布型レンズ(GRINレンズ)32を接着材33によって接着し、この屈折率分布型レンズ32に、平坦な先端を有するシングルモードファイバー30の先端を当接させて、シングルモードファイバー30の外周を接着材33によって支持部31A内壁に接着固定して形成されている。

【0059】この屈折率分布型レンズ32の適用によって、より容易な作業でレーザ光の収束特性を改善することが可能となる。

【0060】図10は、本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第4の実施形態の断面図であり、とりわけファイバー径が大であり、かつ共焦点型のカップラーがファイバー径に比して小さく構成される構成を示す。この場合は、ファイバー先端に共焦点型のカップラーが、このファイバーによって機械的に保持され、また同時に光学的に接続された構造となり、これによって接続の安定性を確保することができる。

【0061】同図に示されるように、本発明に係る受発光機構素子Sr4は、シングルモードファイバー40の直径よりも小さく、受発光素子2と支持・導波体41から構成され、支持・導波体41には浅めの円筒状の支持部41Aが形成されている。

【0062】また、本発明に係る光通信素子E4は、シングルモードファイバー40の先端に設けた円筒状の凹部40Aに屈折率分布型レンズ32を接着材33によって接着させるが、ここで屈折率分布型レンズ32の先端がシングルモードファイバー40の先端から突出するように構成する。そしてこの屈折率分布型レンズ32の突出した部分を、支持・導波体41に設けられた浅めの円筒状の支持部41Aに嵌挿し、図示されない接着材で支持部41Aに接着固定させる。

【0063】前記の構成により、受発光機構素子Sr4とシングルモードファイバー40とが機械的に接合され合体されるのみならず、受発光素子2とシングルモードファイバー40とが光透過性の支持部41Aならびに屈折率分布型レンズ32を介して光学的に結合される。

【0064】このように、本発明に係る受発光機構素子Sr3は、実装において、任意の長さで切った光ファイバー30を支持部に接続、接着することで、簡便に光配線が可能になる。

【0065】しかも、突出部分を凹部に嵌挿させる作業は極めて容易であり、この嵌挿作業だけで光軸の一致が自然に成されることになるから、本実施形態によって、作業性の改善と、高性能の品質と、コストの削減と、素子の小型化がすべて実現される。

【0066】図11は、本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第5の実施形態の断面図である。同図に示されるように、本発明に係る受発光機構素子Sr5は、シングルモードファイバー150の直径よりも小

さく、受発光素子2と支持・導波体51から構成され、支持・導波体51には浅めの円筒状の支持部51Aが形成されている。

【0067】本発明に係る光通信素子E5は、シングルモードファイバー150の先端に設けた深めの円筒状の凹部150Aに屈折率分布型レンズ32を嵌挿し、接着材33によって接着させ、ついで凹部150Aの周囲を、スカート部150Bだけ残して段状に切削等で除去し、突出したスカート部150Bを、支持・導波体51に設けられた浅めの円筒状の支持部51Aに嵌挿し、図示されない接着材で支持部51Aに接着固定させて構成される。

【0068】前記の構成により、受発光機構素子Sr5とシングルモードファイバー150とが機械的に接合され合体されるのみならず、受発光素子2とシングルモードファイバー150とが光透過性の支持部51Aならびに屈折率分布型レンズ32を介して光学的に結合される。前記のように、本実施形態では、光ファイバー側に受発光機構素子が添設されて一種の配線を形成しているとみなすことができ、よって電気配線の簡便さで作業することが可能になる。なお、本実施形態の効果利点は、前記図10に於けるものと同一である。よって記載を省略する。

【0069】図12は、本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第6の実施形態の断面図である。同図に示されるように、本発明に係る受発光機構素子Sr6は、シングルモードファイバー60の直径よりも小さく、受発光素子2と支持・導波体61から構成され、支持・導波体61には突出した円筒状の支持部61Aが形成されている。

【0070】本発明に係る光通信素子E6は、シングルモードファイバー60の先端に設けた過度に深めの円筒状の凹部60Aに屈折率分布型レンズ32を嵌挿し、接着材33によって接着させ、ついで残る凹部60Bに、突出した円筒状の支持部61Aを嵌挿し、図示されない接着材で支持部61Aと凹部60Aとを接着固定させて構成される。

【0071】前記の構成により、受発光機構素子Sr6とシングルモードファイバー60とが機械的に接合され合体されるのみならず、受発光素子2とシングルモードファイバー60とが光透過性の支持部61Aならびに屈折率分布型レンズ32を介して光学的に結合される。なお、本実施形態の効果利点は、前記図10に於けるものと同一である。よって記載を省略する。

【0072】シングルモードファイバー付きの光通信素子は、コネクタを形成して接続することも可能である。図13は、本発明に係る光通信素子の第7の実施形態の断面図で、このようなコネクタ形成による構成の例を示す。

【0073】同図に示されるように、本発明に係る光通

信素子E7は、シングルモードファイバー70の直径よりも小さく、受発光素子2と支持・導波体71から構成された受発光機構素子Sr7と、支持・導波体71と、屈折率分布型レンズ32が嵌挿されたシングルモードファイバー70と、接続端子76A～76Dを埋め込むとともに、受発光機構素子Sr7とシングルモードファイバー70の一部とを封じ込めたコネクタ75とで構成されている。

【0074】接続端子76A～76Dはそれぞれ、コモン接地、レーザダイオード駆動、レーザダイオードモニター、受光信号用に適用される。

【0075】前記のように、本実施形態は、受発光素子2に電気接続用の回路機構である接続端子76A～76Dが連設されて構成される。この結果、本実施形態の光通信素子では、光伝送にかかわる部分がすべてブラックボックス的に組込まれていて、電気接続端子のみが露出された構成となり、よって電気配線のみで作業が可能になる。これは、とりわけ現場における生産性の向上に効果的となる。

【0076】図14は、本発明に係る光通信素子の第8の実施形態の断面図である。同図に示されるように、本発明に係る光通信素子E8は、前記第7の実施形態と同様に、受発光機構素子Sr7と、支持・導波体71と、屈折率分布型レンズ32が嵌挿されたシングルモードファイバー70がコネクタ85に埋めこまれ、また受発光素子2が直付けされたシリコンIC80と、シリコンIC80に当接したリードフレーム81がコネクタ85に埋込まれ、さらに接続端子86A、86Bが先端を露出して埋込まれている。

【0077】リードフレーム81は、機械強度を改善するとともに、熱放散特性を改善させる。接続端子86Aは、シリコンIC80へ電源供給し、接続端子86BはシリコンIC80からの送受信信号を伝達する。このように、受発光素子2近傍にシリコンIC80をマウントすることにより、短い接続距離での信号処理を可能にでき、よって高周波信号処理に適する構造にすることが可能になる。

【0078】図15は、本発明に係る光通信素子の第9の実施形態の断面図である。同図に示されるように、本発明に係る光通信素子E9は、前記第8の実施形態と同様に、受発光機構素子Sr7と、支持・導波体71と、屈折率分布型レンズ32が嵌挿されたシングルモードファイバー70と、受発光素子2が直付けされたシリコンIC80と、シリコンIC80に当接したリードフレーム81がコネクタ95に埋込まれ、さらに接続端子96が先端を露出して埋込まれている。接続端子96の露出された部分は、コネクタ95側面に沿って垂下するように形成されている。

【0079】接続端子96は、シリコンIC80へ電源供給し、あるいはシリコンIC80からの送受信信号を伝

達する。このように、本実施形態は、受発光素子2に接してのシリコンIC80のマウントならびに、リードフレーム81の配設により、高周波信号処理特性の改善ならびにヒートシンク効果の改善を可能にする。

【0080】図16は、本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第10の実施形態の分解斜視図であり、マルチチャンネル構造とすることにより、並列大量伝送用デバイスを実現するものである。

【0081】同図に示されるように、本発明に係る光通信素子E10は、複数組の発光素子LDおよび受光素子PDをアレイ状に備え、傾斜角45°の反射ミラー200Aを備える受発光素子200と、一端が傾斜角45°の反射面100Aであり、複数個の円筒状の穴による支持部100B～100Dをアレイ状に備える光透過性の支持・導波体100と、複数本のシングルモードファイバー10および30から成る。

【0082】複数本のシングルモードファイバー10および30は、バンド110によりリボン状にまとめられ、フラットファイバーケーブルを構成している。

【0083】また、受発光素子200の底面には図示されない複数組の電極が露出しており、各電極は各発光素子LDあるいは受光素子PDと接続されている。

【0084】隣接する発光素子LD間の距離および、隣接する受光素子PD間の距離は予め定められたものとなっており、さらに支持・導波体100における隣接する支持部100B～100D間の距離も、これらに対応した距離を隔てて設けられている。

【0085】本実施形態では、受発光素子200と支持・導波体100とが接着等により合体されて、受発光機構素子Sr10が構成される。したがって、発光素子LDあるいは受光素子PDと支持部100Bあるいは100Dとの対が形成されたアレイ上の、2個所における位置合わせをするだけで、他のすべての対の位置合わせが成立し、よって受発光機構素子Sr10を容易に組み立てることが可能になる。

【0086】組み立てられた受発光機構素子Sr10は、前記各電極を回路基板の接続個所に半田付け等で容易に接続し取付けることができる。この受発光機構素子Sr10の支持部100B～100Dに、フラットファイバーケーブルのシングルモードファイバー10～30が挿入され、接着剤で固定して取付けられるが、シングルモードファイバー10～30間の距離を予め支持部100B～100D間の距離と等しく構成しておくことにより、複数本のシングルモードファイバー10～30を一挙に容易に、複数個の支持部100B～100Dに接続し取付けることができる。

【0087】なおシングルモードファイバー10は、先球10Aを有し、先球付きのシングルモードファイバーの取付けに適した支持部100Bに取付けられ、また先端が平坦なシングルモードファイバー30は、GRIN

レンズ32を備える支持部100Cあるいは円筒底の支持部100Dに直接、取付けられる。この結果、各発光素子LDおよび受光素子PDと、各シングルモードファイバー10～30はそれぞれ1本の光軸6上に配列され、光学的結合が為されることになる。

【0088】このとき、各光軸6は傾斜角45°の反射ミラー100Aにより45°屈折するから、各シングルモードファイバー10～30は回路基板面に平行な方向に配列されることになり、よって装置の小型化を実現できる。

【0089】しかも、前記図8の実施形態におけるような、フレキシブル基板を用いる必要が省かれて、コスト削減が実現される。

【0090】また、前記説明では受発光機構素子Sr10を回路基板に取付けた状態で、リボンケーブル状のシングルモードファイバー10～30を挿入取付け加工したが、これとは異なり、前以て受発光機構素子Sr10にシングルモードファイバー10～30を取付けた光通信素子E10となし、このファイバー付きの光通信素子E10を必要に応じて回路基板に取付ける構成としてもよい。この場合は、取付け作業が電気的接続のみでよく、よって機器の設置現場での、例えば部品交換作業が容易になり、作業時間の短縮とともに、作業コスト削減が実現される。

【0091】なお、本発明に適用可能な光ファイバーには、材料的あるいは構造的に分類可能な各種があり、例えば構造的にはGIファイバーとして、Silica-Step-Index型(シングルモードあるいはマルチモード)等をはじめ、他の多くの光ファイバーが適用できる。

【0092】また、材料的には石英系をはじめ、PMM A系のプラスチックファイバーPOF(Plastic Optical Fiber)等をはじめ、他の多くの光ファイバーが適用でき、目的に応じて組み合わせが可能である。とくに、低価格を目標にした場合には、POFが好ましい。いずれにせよ、本発明ではとくに材料や構造を問わず適用可能である。

【0093】また、光ファイバーと受発光機構素子との光学的結合方法についても、前記の先球付きファイバー、GRINレンズ、バットジョイント(直接結合)による他、例えばフレネルレンズ、球レンズ、ホログラムレンズを用いるなど、種々の結合方式が可能であり、それぞれの目的に応じて使いこなすことができる。

【0094】とりわけNAが0.14～0.20程度のレンズ系であれば、共焦点型のカプラーに効果的に適用することが容易である。また、マルチモードファイバーの場合には、受光ビームの広がりを利用して、受光素子PDをより容易に構成する構成とすることも可能である。

【0095】

【発明の効果】前記のように本発明の請求項1にかかる受発光機構素子は、受発光素子と光透過性の支持・導波体とを結合して構成し、受発光素子がモノリシックに共焦点型のカプラーを形成し、光透過性の支持・導波体が光ファイバーを支持する、中心軸を備える凹または凸状の支持部を備え、光軸と中心軸とを一致させて受発光素子と支持・導波体とが接合される構成であり、よって精密な位置合わせ作業の必要なく光ファイバー接続ができ、この結果低損失、高信頼性かつ低価格で、しかも単芯で送受信可能なデバイスを実現することができる。

【0096】本発明の請求項2にかかる受発光機構素子は、夫々アレイ状の受発光素子と光透過性の支持・導波体とを結合して構成し、受発光素子がモノリシックに共焦点型のカプラーを形成し、光透過性の支持・導波体が光ファイバーを支持する、中心軸を備える凹または凸状の支持部を備え、光軸と中心軸とを一致させて夫々アレイ状の受発光素子と支持・導波体とが接合される構成であり、よって精密な位置合わせ作業を必要とせず光ファイバーアレイ接続ができ、低損失、高信頼性かつ高伝送レートの送受信可能なデバイスを実現することができる。

【0097】本発明の請求項3にかかる受発光機構素子は、端面発光型の受発光素子で構成されたものであり、よって同一基板上での受発光構成を容易に実現できる。

【0098】本発明の請求項4にかかる受発光機構素子は、面発光型の受発光素子で構成されたものであり、よって共焦点レーザカプラーのような、同一基板上での受発光構成を比較的容易に実現できる。

【0099】本発明の請求項5にかかる受発光機構素子は、前記受発光素子に電気接続用の回路機構が連設されたものであるから、この回路機構を利用して容易に電氣的接続でき、よって受発光機構素子を光ファイバー接続用の光コネクタとして使用可能になり、作業性を顕著に改善できる。

【0100】本発明の請求項6にかかる光通信素子の製造方法は、受発光素子が複数個、所定の間隔と方向で作り返されたウエハーと、支持部を備える支持・導波体が複数組、同じ間隔と方向で作り返された光透過性のウエハーとを、光軸と中心軸とを一致させて重ねて貼り合わせたのち切断して、個々の受発光機構素子とするものであるから、ウエハーの段階で、複数個の構成部分の個々の位置合わせと合体化を一挙に行うことができる。よって個々の部品の量産に適し、品質向上とコスト削減ができる。

【0101】本発明の請求項7にかかる受発光機構素子の製造方法は、受発光素子が複数個、所定の間隔と方向で作り返されたウエハーと、支持部を備える支持・導波体が複数組、同じ間隔と方向で作り返された光透過性のウエハーとを、光軸と中心軸とを一致させて重ねて貼り合わせたのち切断して、アレイ状の受発光機構素子とす

るものであるから、ウエハーの段階で、複数個の構成部分の個々の位置合わせと合体化を一挙になし得る。よってアレイ状部品の量産に適し、品質向上とコスト削減が可能になる。

【0102】本発明の請求項8にかかる光通信素子は、前記受発光機構素子の支持部に光ファイバーが合体接合されて構成されるから、光通信素子を電氣的なコネクタと見なして作業でき、よって作業の簡素化と作業時間の短縮、作業コスト削減が実現できるとともに、併せて高品質の通信が可能となる。

【0103】本発明の請求項9にかかる光通信素子は、前記アレイ状の受発光機構素子の各支持部にアレイ状の光ファイバーが合体接合されて構成されるから、光通信素子を電氣的なコネクタと見なすことができ、よって作業の簡素化と作業時間の短縮、作業コスト削減がなされ、併せて高品質で高転送レートの通信ができる。

【0104】本発明の請求項10にかかる光通信素子は、前記光ファイバーの先端に先球が形成されるから、先球によってレーザ光の効果的な集光ができ、よって品質にバラツキの少ない高信頼性の光通信を実現できる。

【0105】本発明の請求項11にかかる光通信素子は、前記光ファイバーの先端位置に屈折率分布型レンズが配設されるから、光ファイバーを切断するのみで屈折率分布型レンズと光結合ができ、よって精密な位置合わせ作業の必要がなく光ファイバーを接続できる。すなわち、より簡便な接続作業により、高品質で高信頼性の光通信を実現できる。

【0106】本発明の請求項12にかかる電気回路は、前記受発光機構素子あるいは前記光通信素子が、直接または間接に接合されたものであるから、電気回路への光ファイバーの接続作業が容易になるか、あるいは電気回路への光ファイバーの接続作業が不要になり、この結果、作業の簡素化とコスト低減、信頼性向上を実現できる。

【0107】このように本発明により、低損失、高信頼性かつ低価格で、しかも単芯で送受信可能なデバイスを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第1の実施形態を説明する斜視図である。

【図2】本発明に係る受発光機構素子の第1の実施形態による、回路基板への取付け状態を示す断面図である。

【図3】本発明に係る光通信素子の第2の実施形態の断面図である。

【図4】本発明に係る受発光機構素子の一製造工程であるウエハー貼り合わせを示す斜視図である。

【図5】図4に示す工程におけるウエハー位置合わせの説明図である。

【図6】図4の製造工程で貼り合わされたウエハーの斜視図である。

【図7】図4に続く工程におけるウエハーダイシングを示す斜視図である。

【図8】本発明に係る受発光機構素子の第2の実施形態による、回路基板への別の取付け状態を示す断面図である。

【図9】本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第3の実施形態の断面図である。

【図10】本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第4の実施形態の断面図である。

【図11】本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第5の実施形態の断面図である。

【図12】本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第6の実施形態の断面図である。

【図13】本発明に係る光通信素子の第7の実施形態の

断面図である。

【図14】本発明に係る光通信素子の第8の実施形態の断面図である。

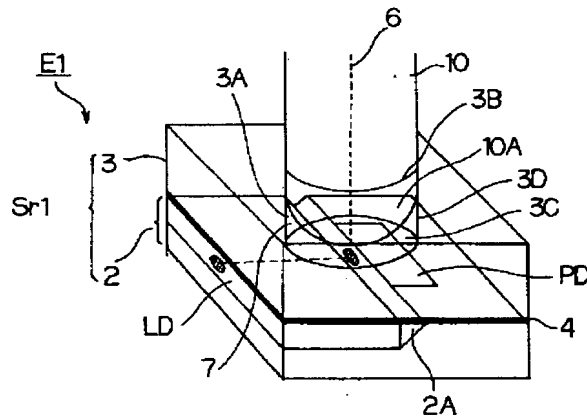
【図15】本発明に係る光通信素子の第9の実施形態の断面図である。

【図16】本発明に係る受発光機構素子ならびに光通信素子の第10の実施形態の分解斜視図である。

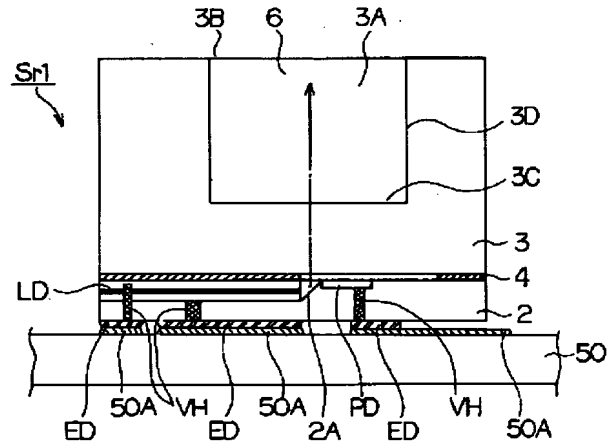
【符号の説明】

E1……光通信素子、Sr1……受発光機構素子、2……受発光素子、2A……反射面、3……光透過性の支持・導波体、3A……支持部、3B……開口部、3C……底部、3D……壁部、4……接合部、6……光軸、7……接着剤、10……シングルモードファイバー、10A……先球、LD……発光素子、PD……受光素子。

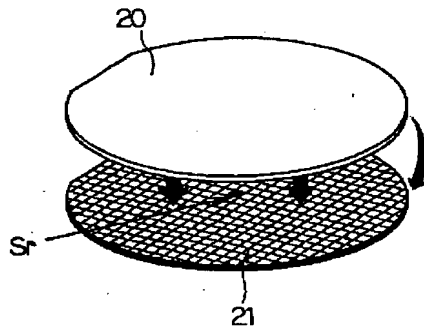
【図1】



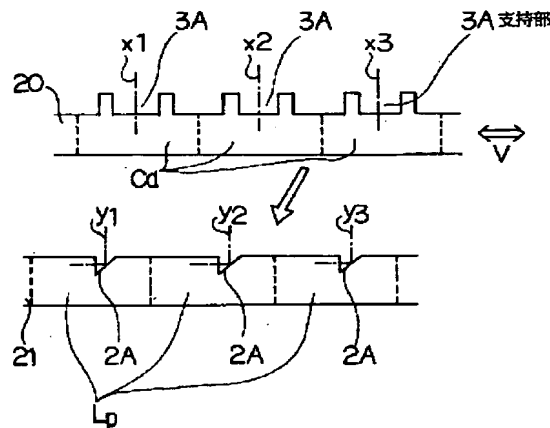
【図2】



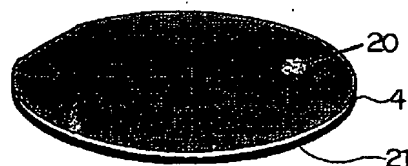
【図4】



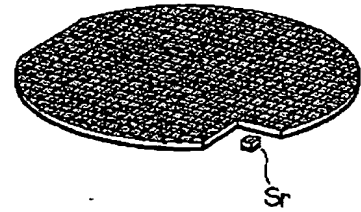
【図5】



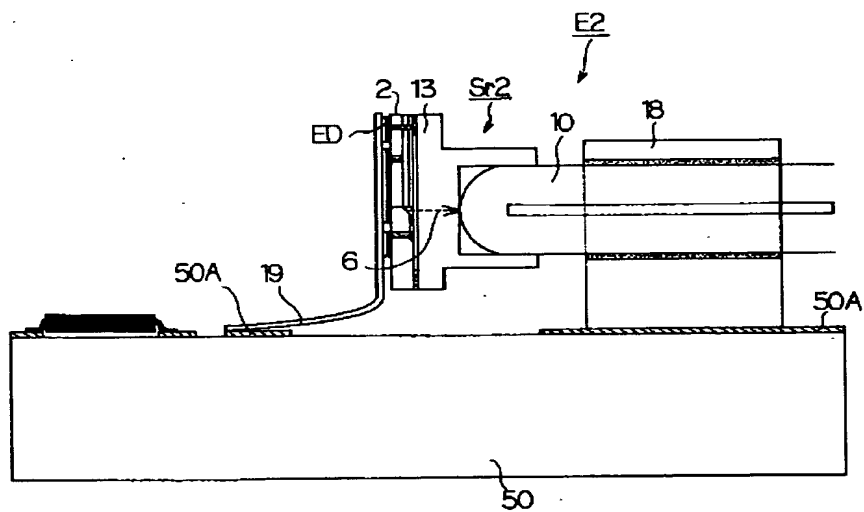
【図6】



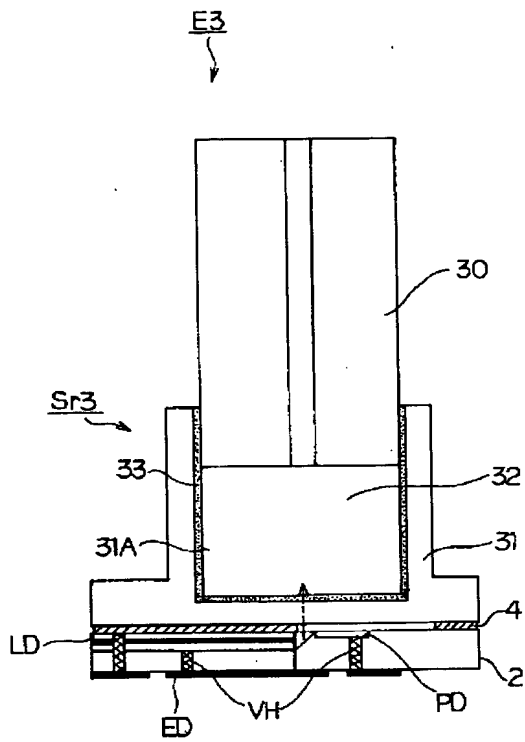
【図3】



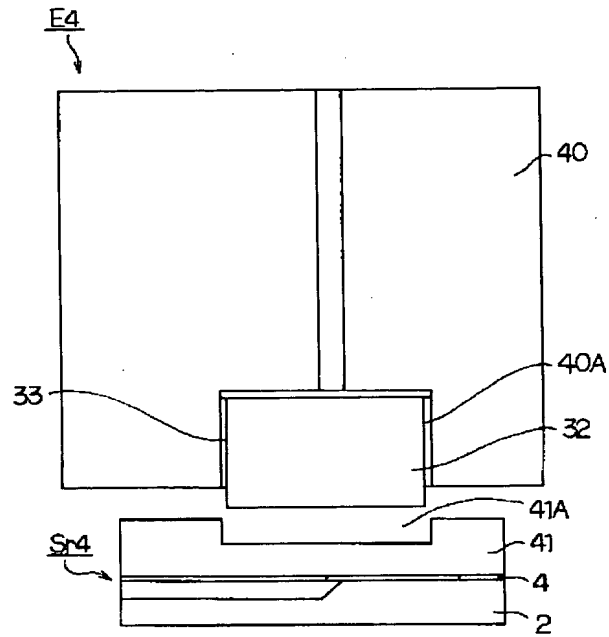
【図8】



【図9】

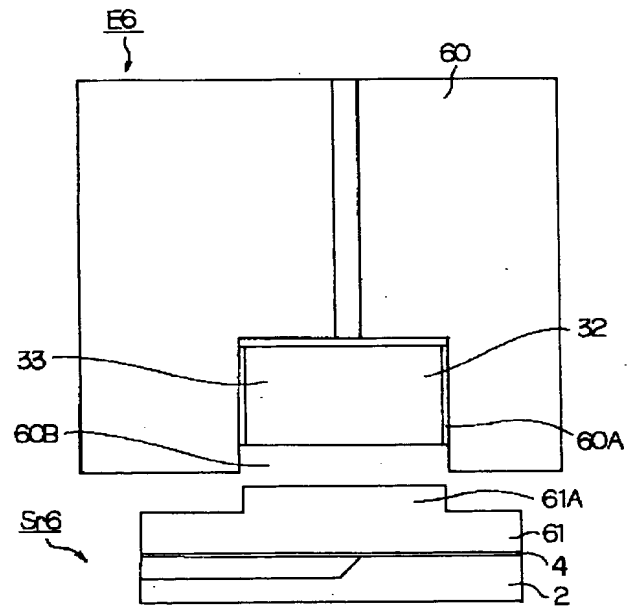
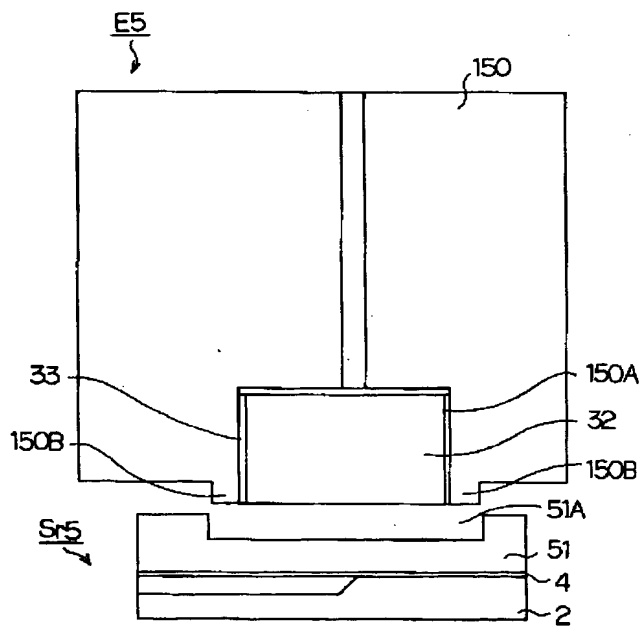


【図10】

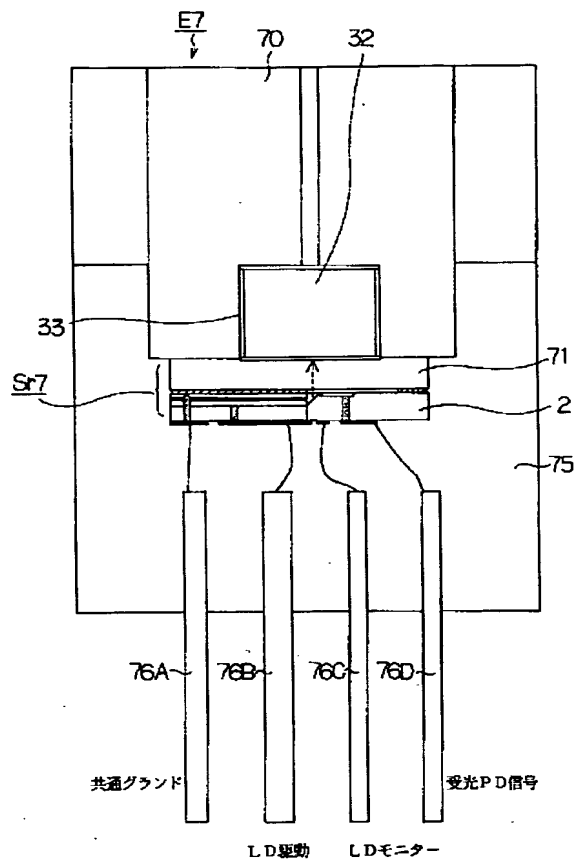


【図12】

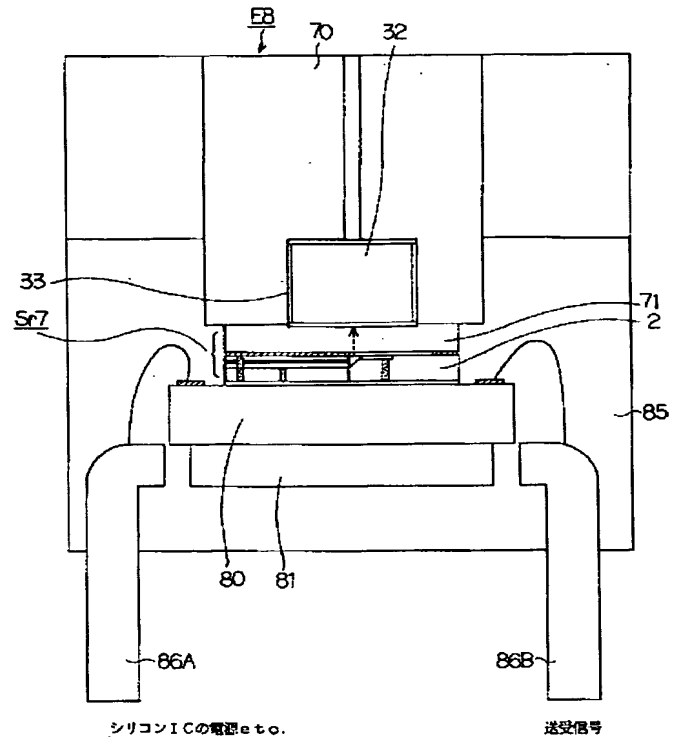
【図11】



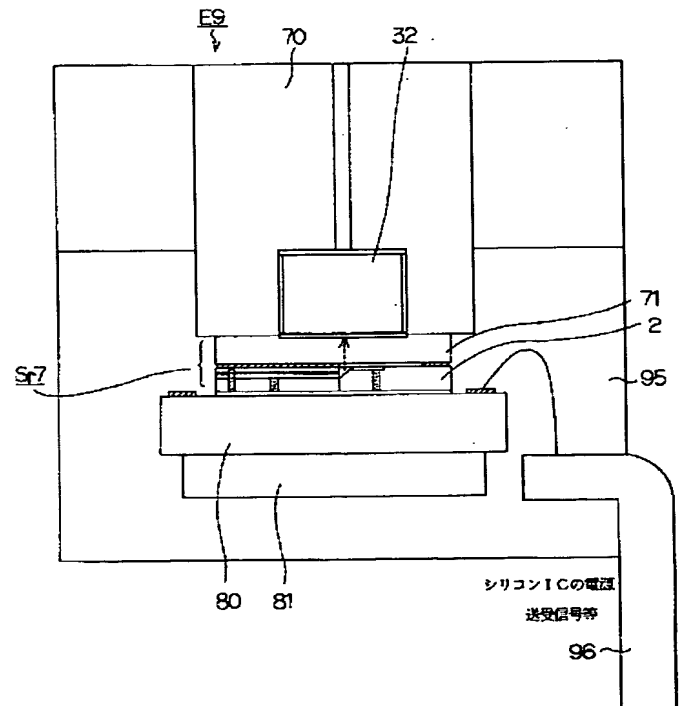
【図13】



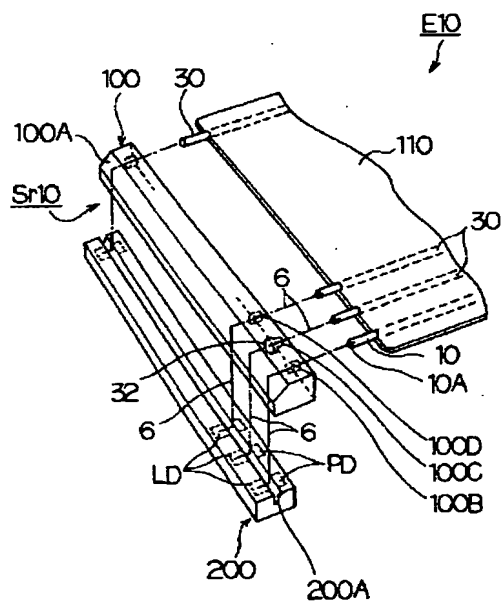
【図14】



【図15】



【図16】



【手続補正書】

【提出日】平成8年11月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】ところで、本実施形態では前記のように端面発光型のCLC素子を形成しているが、本発明の構成は、このような端面発光型のCLC素子に限られず、例えば垂直キャビティ構成による面発光型のVCSEL (Vertical Cavity Surface Emission Laser) や、あるいはさらに簡単な構成の疑似面発光LDを適用することも可能である。しかも、本発明の構成は、受光素子が共焦点の焦点深度の範囲内に位置する構成の他にも、共焦点の焦点深度の範囲から最大30%まで前後に拡張した範囲内に受光素子が位置する構成であっても差し支えないし、受光素子が回折限界内に入っている必要もない。したがって、本発明では上記の可能な構成すべてをまとめて、＜共焦点型のカプラー＞と定義する。また、本明細書中に＜共焦点型のカプラー＞と記載している。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】ビアホールVHの形成は、例えばGaAs基板をRIE（反応性イオンエッチング）法により約150μm径の穴をあけ、部分金メッキ工程を施すことにより電極を形成させる。このようにして構成されたビアホールVHの接続抵抗は1mオーム以下となる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0094

【補正方法】変更

【補正内容】

【0094】とりわけNAが0.14～0.20程度の

レンズ系であれば、共焦点型のカプラーに効果的に適用することが容易である。また、マルチモードファイバーの場合には、受光ビームの広がりを利用して、受光素子PDをより容易に構成する構成とすることも可能である。又、バットジョイントの場合には、共焦点カプラーの概念が成り立たないが、受光ビームが広がるため、同様にPDをより容易に（位置の制約なく）構成する構成とすることも可能である。

【手続補正4】

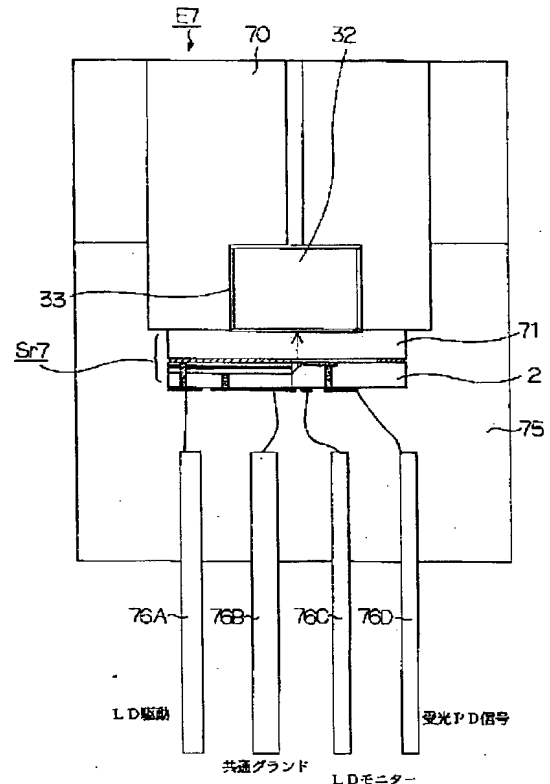
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図13

【補正方法】変更

【補正内容】

【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H04B 10/28

10/02

識別記号

庁内整理番号

FI

H04B 9/00

技術表示箇所

W

(72)発明者 土居 正人

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)